

手続補正書

(法第 11 条の規定による補正)

特許庁長官 殿

1. 国際出願の表示

PCT/JP2004/005422

2. 出願人

名 称 松下電器産業株式会社

Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.

あて名 〒571-8501 日本国大阪府門真市大字門真 1006
番地

1006, Oaza Kadoma, Kadoma-shi,
Osaka 571-8501 JAPAN

国 籍 日本国 J a p a n

住 所 日本国 J a p a n

3. 代理人

氏 名 (9279) 弁理士 松田 正道



Matsuda Masamichi

あて名 〒532-0003 日本国大阪府大阪市淀川区宮原
5丁目1番3号新大阪生島ビル

Shin-Osaka Ikushima bldg., 1-3, Miyahara
5-chome, Yodogawa-ku, Osaka-shi,
Osaka 532-0003 JAPAN

4. 補正の対象

明細書及び請求の範囲

5. 補正の内容

(1) 明細書第6頁第10行から第8頁第1行の「ている、光源装置である。・・・第7の本発明の光源装置である。」を「ており、前記第2の凹面鏡・・・の関係を満たす、第2の本発明の光源装置である。」に補正する。

／ (2) 明細書第8頁第6行の「第1の・・・」を「第1または第2の・・・」に補正する。

(3) 明細書第8頁第13行の「第1の・・・」を「第1または第2の・・・」に補正する。

(4) 明細書第12頁第17行の「円鏡12」を「円面鏡12」に補正する。

(5) 明細書第14頁第1行、2行、4～5行、7行の「回転非対称」を「非回転対称」に補正する。

(6) 明細書第15頁第4行の「楕円面鏡」を「楕円面鏡12」に補正する。

(7) 明細書第15頁第9行の「ランプ111」を「ランプ発光部111」に補正する。

(8) 明細書第15頁第11行の「光源111」を「ランプ発光部111」に補正する。

(9) 明細書第15頁第14行の「球面鏡」を「球面鏡13」に補正する。

(10) 明細書第15頁第17行の「楕円面鏡13」を「楕円面鏡1

2」に補正する。

(11) 明細書第15頁第18行の「光源111」を「ランプ発光部111」に補正する。

(12) 明細書第16頁第6行と21行の「光源111」を「ランプ発光部111」に補正する。

(13) 明細書第16頁第25行の「光源111」を「ランプ発光部111」に補正する。

(14) 明細書第17頁第2行の「光源111」を「ランプ発光部111」に補正する。

(15) 明細書第18頁第19行の「レンズアレイ103」を「レンズアレイ」に補正する。

(16) 明細書第18頁第20行の「照明装置100」を「照明装置」に補正する。

(17) 明細書第19頁第2行の「光源装置」を「光源装置100」に補正する。

(18) 明細書第19頁第17行の「押さえる」を「抑える」に補正する。

(19) 明細書第21頁第3行の「一部分のだけ」を「一部分の」に補正する。

(20) 明細書第21頁第10行、10～11行、13～14行の「凹面鏡1」を「凹面鏡6」に補正する。

(21) 明細書第21頁第12行の「物理干涉」を「物理的干涉」に補正する。

(22) 明細書第22頁第15行の「球面鏡1」を「球面鏡13」に補正する。

(23) 明細書第23頁第12行の「生じるじる」を「生じる」に補正する。

(24) 明細書第24頁第2行の「楕円面積13」を「楕円面積12」に補正する。

(25) 明細書第24頁第10行の「球面鏡1」を「球面鏡13」に補正する。

(26) 明細書第25頁第17行の「押さえる」を「抑える」に補正する。

(27) 請求の範囲第29頁第1～5項、第30頁第6、7項、第31頁第8、9、11項を別紙の通り補正する。

6. 添付書類の目録

(1) 明細書第6、7、7／1、8、12、14～15、15／1、16、16／1、17、17／1、18～19、21～25頁

(2) 請求の範囲の第29、29／1、30、31、31／1頁

前記光発生手段から放射される、前記第 1 の凹面鏡に集光されない他の一部の光を集光し、前記第 1 の凹面鏡へ反射する第 2 の凹面鏡とを備え、

前記第 1 の凹面鏡の反射面および前記第 2 の凹面鏡の反射面は、前記光発生手段の発光源と前記第 1 の凹面鏡により集光される光の焦点とを結んでなる基準軸に対して、それぞれ非回転対称な形状を有し、

前記第 2 の凹面鏡の反射面と前記発光源との距離は、前記発光源と前記第 1 の凹面鏡により集光される光の焦点との距離より短く、

前記第 1 の凹面鏡の反射面の一部は、前記基準軸の周囲に形成されており、

前記第 2 の凹面鏡は、前記光発生手段の光が前記第 1 の凹面鏡に反射されることにより形成される光束より実質上外側に配置されている、光源装置である。

また、第 2 の本発明は、

光発生手段と、

前記光発生手段から放射される一部の光を集光する第 1 の凹面鏡と

前記光発生手段から放射される、前記第 1 の凹面鏡に集光されない他の一部の光を集光し、前記第 1 の凹面鏡へ反射する第 2 の凹面鏡とを備え、

前記第 1 の凹面鏡の反射面および前記第 2 の凹面鏡の反射面は、前記光発生手段の発光源と前記第 1 の凹面鏡により集光される光の焦点とを結んでなる基準軸に対して、それぞれ非回転対称な形状を有し、

前記第 2 の凹面鏡の反射面と前記発光源との距離は、前記発光源と前記第 1 の凹面鏡により集光される光の焦点との距離より短く、

前記第 1 の凹面鏡の反射面の一部は、前記基準軸の周囲に形成されており、前記第 2 の凹面鏡は、前記光発生手段の光が前記第 1 の凹面鏡に反射されることにより形成される光束内に配置されている、光源装置である。

また、第 3 の本発明は、前記第 1 の凹面鏡は、一個又は複数個の二次曲面を前記反射面として有する、第 1 または第 2 の本発明の光源装置である。

また、第 4 の本発明は、前記第 1 の凹面鏡の二次曲面は楕円曲面の一部であって、前記楕円曲面の焦点のひとつが前記光発生手段の前記発光源に実質上一致し、もうひとつが、前記第 1 の凹面鏡により集光される光の焦点と一致している、第 3 の本発明の光源装置である。

また、第 5 の本発明は、前記第 2 の凹面鏡は、一個又は複数個の二次曲面を前記反射面として有する、第 1 または第 2 の本発明の光源装置である。

また、第 6 の本発明は、前記第 2 の凹面鏡の二次曲面は球面の一部であって、

前記球面の中心が前記光発生手段の前記発光源に実質上一致している、第 5 の本発明の光源装置である。

また、第 7 の本発明は、前記第 1 の凹面鏡の反射面は、前記第 2 の凹面鏡の反射面よりも前記発光源寄りに位置しており、

前記第 1 の凹面鏡の集光角度を前記基準軸を含む平面により二分し、大きいほうの角度を α 、小さい方の角度を β 、前記光発生手段から前記第 1 の凹面鏡および前記第 2 の凹面鏡に放射される光の最大角度を γ 、前記第 2 の凹面鏡の集光角度を θ とすると、

(数 1)

$$\alpha > \beta > 0$$

(数 2)

$$\alpha + \beta \geq 180^\circ$$

(数 3)

$$0 < \theta \leq \gamma - \beta$$

の関係を満たす、第 1 の本発明の光源装置である。

また、第 8 の本発明は、前記第 2 の凹面鏡の反射面は、前記第 1 の凹面鏡の反射面よりも前記発光源寄りに位置しており、

前記第 1 の凹面鏡の集光角度を前記基準軸を含む平面により二分し、大きいほうの角度を α 、小さい方の角度を β 、前記光発生手段から前記第 1 の凹面鏡および前記第 2 の凹面鏡に放射される光の最大角度を γ 、前記第 2 の凹面鏡の集光角度を θ とすると、

(数 1)

$$\alpha > \beta > 0$$

(数 2)

$$\alpha + \beta \geq 180^\circ$$

(数 4)

$$0 < \theta \leq 180^\circ$$

の関係を満たす、第 2 の本発明の光源装置である。

また、第 9 の本発明は、前記光発生手段は、
前記発光源を収納する管体を有するランプであって、
前記管体は、前記発光源からの放射光を透過する管球部と、前記管球部から突出した一対の端部とを有し、
前記一対の端部は、前記基準軸の周囲に設けられている、第 1 または第 2 の本発明の光源装置である。

また、第 10 の本発明は、前記管球部は、前記第 1 の凹面鏡の反射面と対向する第 1 の対向面と、前記第 1 の凹面鏡の反射面および前記第 2 の凹面鏡の反射面と対向する第 2 の対向面とを有し、

前記第 1 の凹面鏡の反射面の前記一部は、少なくとも前記第 2 の対向面と対向するものである、第 9 の本発明の光源装置である。

また、第 11 の本発明は、第 1 または第 2 の本発明の光源装置と、
前記光源装置の前記第 1 の凹面鏡により集光される光の焦点と光学的に結合する位置に配置され、前記光源装置から出射される光を実質上平行光に変換するレンズ手段とを備えた、照明装置である。

また、第 12 の本発明は、前記レンズ手段はロッドインテグレータである、第 11 の本発明の照明装置である。

また、第 13 の本発明は、前記レンズ手段はレンズアレイである、第 11 の本発明の照明装置である。

また、第 14 の本発明は、前記光源装置は複数であって、それぞれの前記基準軸が同一平面内で一致するように配置されており、

前記複数の光源装置から射出された光を前記レンズ手段へ導く導光手段をさらに備えた、第 11 の本発明の照明装置である。

また、第 15 の本発明は、前記複数の光源装置は、それぞれの前記

ランプ発光部 1 1 1 と、発光源の電極等を含み、ランプ発光部 1 1 1 から突出した形状を有する一対の端部 1 1 1 c および 1 1 1 d とから構成される。なお、ランプ発光部 1 1 1 の管球部と端部 1 1 1 c および 1 1 1 d は同一の管体から一体的に構成される。また、ランプ 1 1 としては、発光源となる発光部形状が非常に点光源に近く大光出力が可能なキセノンランプや、発光効率が優れているメタルハライドランプや、点灯時のランプ発光部（発光管）内を超高圧にした水銀灯、およびハロゲンランプなどを用いることができる。

楕円面鏡 1 2 の有する反射面の二つの焦点のうち、一方はランプ発光部 1 1 1 の発光源と一致するように配置されており、したがって光透過面 1 1 1 b から放射され楕円面鏡 1 2 により集光された光は楕円面鏡 1 2 の出射開口側へ集光され、他方の焦点に光のスポットを形成する。ここでランプ発光部 1 1 1 の発光源と一致する焦点の位置を焦点位置 F 1 , 光のスポットが形成される焦点の位置を焦点位置 F 2 とすると、楕円面鏡 1 2 は、その光軸 1 4 、すなわち焦点位置 F 1 と F 2 とを結ぶ基準軸に対して非回転対称な形状を有している。さらに楕円面鏡 1 2 の反射面の一部は、図 1 に示す光軸 1 4 の周囲にわたって存在し、さらにその一部は、ランプ 1 1 1 の後方までまわりこんで、光透過面 1 1 1 a と対向するように形成されている。

また、球面鏡 1 3 も光軸 1 4 に対して非回転対称な形状を有し、その反射面はランプ発光部 1 1 1 の光透過面 1 1 1 a と対向し、そこからの放射光が到達できる範囲であって、楕円面鏡 1 2 が無い部分を覆っている。また図において球面鏡 1 3 のなす反射面の中心は、焦点位置 F 1 と一致している。要するに、楕円面鏡 1 2 は光透過面 1 1 1 b および光透過面 1 1 1 a から放射される光を集光可能であり、球面鏡

、光軸 1 4 に対して非回転対称な構成とし、ランプ 1 1 から直接放射される光を反射して、非回転対称な光束を形成するようにするとともに、ランプ 1 1 から放射され、楕円面鏡 1 2 で反射されない光を、球面鏡 1 3 により楕円面鏡 1 2 へ再度反射させるようにしており、非回転対称な光束においても、回転対称の光束に近い光束量を確保している。

さらに、楕円面鏡 1 2 を、光軸 1 4 に対して非回転対称に形成するとともに、反射面をランプ発光部 1 1 1 の背後まで回り込むように形成して、球面鏡 1 3 が反射する光が放射されるのと同じの透過面からの光をも直接集光するようにしたことにより、図 1 5 の第 2 の従来例の光源装置のように、球面鏡 1 3 が、光透過面 1 1 1 a からの全ての放射光を反射する必要がないため、集光されず外部へ放射される反射光が生ずることを防ぎ、楕円面鏡 1 2 の実質的な大きさを変更することなく、光束量を十分得られることができる。

さらに、本実施の形態の光源装置においては、球面鏡 1 3 の曲率半径 R を、楕円面鏡 1 2 の焦点間距離 L よりも短い構成としたことにより、光束量を最大限確保しつつ、光源装置のサイズを最小に保つことができるという効果を与える。これは以下の理由による。すなわち、単に集光効率を高めるためだけであれば、球面鏡 1 3 を、その反射面が楕円面鏡 1 2 からの出射光束の収束点である焦点位置 $F 2$ と実質上一致するまで後退させた位置に設け、さらに球面鏡 1 3 の反射面上の、焦点位置 $F 2$ に対応する位置に、集光スポットとほぼ実質同一大の開口を設ければよい。この場合、ランプ発光部 1 1 1 から出射されるほぼ全ての光を、球面鏡 1 3 と楕円面鏡 1 2 とによって集光することが可能となり、最大限の集光効率が得られるが、楕円面鏡 1 2 の集光

角度を変化させても、球面鏡 1 3 の曲率半径が一定であるため、光源装置全体のサイズが大きくなってしまう。

そのため、本実施の形態では、上記のように、球面鏡 1 3 の曲率半径 R を、楕円面鏡 1 2 の焦点間距離 L より短くすることにより、集光効率の向上と装置の小型化とを両立させることができる。

次に、この光軸 1 4 に対して非回転対称な光源装置において、光利用効率が向上し、かつ球面鏡 1 3 のサイズが大きくなならない形状を示した光源装置を実現するための条件を説明する。

図 6，図 7 に、球面鏡 1 3 がランプ発光部 1 1 1 からの放射光を取り込む角度が最大となる垂直面での断面図を示す。つまり、この断面図は、球面鏡 1 3 をランプ発光部 1 1 1 から望む角度が最大となる断面である。

光軸 1 4 を含み、図 2 の $A-A'$ 直線と直交する平面にて二分した楕円面鏡 1 2 の集光角度のうち、大きい方を角度 α 、小さい方を角度 β とし、ランプ 1 1 から放射される光の最大角度を γ 、球面鏡 1 3 の集光角度の範囲を θ とするとき、図 6 に示すように、球面鏡 1 3 が楕円面鏡 1 2 で反射される光線をほぼ遮光しない範囲で、楕円面鏡 1 2 の反射光線の外側にある場合、すなわち楕円面鏡 1 2 の反射面は、球面鏡 1 3 の反射面よりランプ発光部 1 1 1 より配置されている場合、

(数 1)

$$\alpha > \beta > 0 \quad (1)$$

(数 2)

$$\alpha + \beta \geq 180^\circ \quad (2)$$

(数 3)

$$0 < \theta \leq \gamma - \beta \quad (3)$$

なお、角度 α により定義される反射面は光透過面 1 1 1 b からの放

射光を反射し、角度 β により定義される反射面は光透過面 1 1 1 a からの光を反射する。

図 7 に示すように、球面鏡 1 3 が楕円面鏡 1 2 で反射される光線をほぼ遮光しない範囲で、ランプ発光部 1 1 1 の管球部の表面に、または、その近傍に形成されている場合、すなわち球面鏡 1 3 の反射面が、楕円面鏡 1 2 の反射面よりランプ発光部 1 1 1 より配置されている場合、

(数 1)

$$\alpha > \beta > 0 \quad (1)$$

(数 2)

$$\alpha + \beta \geq 180^\circ \quad (4)$$

(数 4)

$$0 < \theta \leq 180^\circ \quad (5)$$

を満たすことが望ましい。なお、上記図 6 の条件において、球面鏡 1 3 の曲率半径 $R <$ 楕円面鏡 1 2 の焦点距離 L である。

ここで重要な点は β が正であることである。これが、楕円面鏡 1 2 の反射面がこの断面図 6, 7 において、光軸 1 4 の上下両側にまたがっている構成を与える。さらに、ランプ 1 1 の端部 1 1 1 c をまたいで、反射面が光透過面 1 1 1 b のみならず光透過面 1 1 1 a と対向する構成を与える。このように楕円面鏡 1 2 が光軸 1 4 の上下両側にまたがり、反射面が光透過面 1 1 1 b のみならず光透過面 1 1 1 a と対向することによって、楕円面鏡 1 2 が大きな角度でランプ発光部 1 1 1 からの光を直接集光することが可能となる。球面鏡 1 3 は、光透過面 1 1 1 a からの光のうち、楕円面鏡 1 2 がカバーしきれない、すこし残っている光を集めればよいだけとなるので、小さなサイズで

済む。よって、ランプ発光部 1 1 1 から放射され、損失することなく
楕円面鏡 1 2 へ向

かい第2焦点 F_2 に集光される光が最大となる状態であり、直接球面鏡13へ向かい、反射され、ランプ発光部111近傍を通過して、楕円面鏡12へ向かい、第2焦点に集光される楕円面鏡12で反射されるまでに多くの損失が発生する光量が比較的少なくて済むことになる。よって、実質的に楕円面鏡12の大きさを変更することなく、光源装置全体から出射される光の集光効率が従来例に比べて向上することになる。

上記式(1)は、楕円面鏡12の反射面が光軸14に対して非回転対称性を有する条件を示す。

上記式(2)、(4)の関係が満たされない場合、球面鏡13で反射された光は楕円面鏡12の反射面が存在しない領域に到達するため、光利用効率を向上することができない。

上記式(3)、(5)は、球面鏡13が集光できる範囲を示している。

また式(3)は、図6に示すように、球面鏡13が楕円面鏡12の反射面の外側にある場合なので、ランプ11からの放射光を最大限取り込める範囲で、球面鏡13の角度を小さく納めることができる範囲を示す。

球面鏡13が、楕円面鏡12の反射面の外側にある場合は、図7の例の、ランプ11の管球面近傍にある場合よりも光源装置のサイズは大きくなるが、球面鏡13の反射面へ入射するランプ発光部111から出射される光束密度が低下し、反射面に要求される耐熱性等が軽減できるという利点がある。

式(5)は、図7に示すように、球面鏡13が光透過面111aと実質一致するランプ管球面または、その近傍にあり、楕円面鏡12の

形成する光束内に配置される場合なので、球面鏡 1 3 の角度範囲によ

って光源装置としての大きさがほぼ変化することがないため、より高効率化を重視した角度範囲を設けることが望ましい。

これらの構成であれば、光軸 1 4 に対してほぼ回転対称に放射されるランプ出射光束を、光軸 1 4 に対して非回転対称な光束として効率良く楕円面鏡 1 2 から出射させることが可能となる。

また、図 1 では球面鏡 1 3 を 1 個用いた場合を示しているが、光軸 1 4 に対して回転対称な形状の楕円面鏡から数カ所切り取られた形状を持つ楕円面鏡の場合、球面鏡を複数個用いることで、複雑な開口形状を有する楕円面鏡であっても、楕円面鏡で覆えない領域に到達するランプ 1 1 からの放射光を集光することが可能となり、光源装置の光利用効率を向上させることができる。

また、図 3 に示すように、本実施の形態の光源装置 1 0 0 と、ミラーや、ガラス柱またはミラーを張り合わせてなるロッドインテグレータ 1 0 1 や、レンズ等の光学手段 1 0 2 を所定の位置に配置することで、光源装置 1 0 0 から出射された光を所定の略平行光に変換する本実施の形態にかかる照明装置を得ることができる。

また、図 4 に示すように、ガラス柱またはミラーを張り合わせたロッドインテグレータを用いた照明装置ではなく、複数のレンズを 2 次元的に配置したレンズアレイを用いた照明装置であっても良い。

さらに、図 5 に示すように、上記の照明装置に、フィールドレンズ 1 0 4、光変調素子 1 0 5、投写レンズ 1 0 6 を追加して設ければ、本実施の形態にかかる投写型表示装置を得ることができる。

なお、光変調素子 1 0 5 として反射型ライトバルブ、透過型ライトバルブ、アレイ状に配置された微小ミラーによって反射方向を変化できるミラーパネルや、光書き込み方式等の光変調素子を用いることが

できる。

さらに、図3、図4、図5では、光源装置100からの放射光を照明光に変換する光学手段としてレンズを図示したが、レンズだけでなく、ミラーやプリズムを用いたものや、または複数のレンズを組み合わせた光学要素が含まれた光学系であっても良い。

さらに、図5では光変調素子として透過型ライトバルブを1つだけ備えた構成を例示しているが、複数の光変調素子を備えた構成であっても良い。

さらに、図示していないが、色分解および色合成を行うことができるプリズムやフィルタ、ミラーなどを用いた構成であっても良い。

以上のように、本実施の形態1によれば、ランプ11と楕円面鏡12と球面鏡13を備え、光軸に対して非回転対称な形状を有する楕円面鏡で集光できない光を集光することが可能な位置に球面鏡を配置することによって、高効率で小型な光源装置を得ることができる。

さらに、このように、高効率で小型な光源装置を備えることにより、同じ出力のランプを用いればより明るく、また、同じ明るさをより低出力なランプを用いて可能とするので消費電力を低く抑えることができる照明装置および投写型表示装置を提供することができる。

なお、以上の説明では、第1の凹面鏡として楕円面鏡12を用いたが、2次曲面を持つ反射面鏡であればよく、放物面鏡や複数の楕円面鏡を組み合わせた形状の反射面鏡等を用いてもよい。さらに、第1の凹面鏡としては、二次曲面に限定されるものではなく、フレネルミラー等の、複数の平面または曲面から形成されたものであってもよい。

さらに、第2の凹面鏡として球面鏡を用いたが、ランプ放射光をランプ発光部近傍へ効率よく反射可能な2次曲面を持つ反射面鏡であれ

が物理的に干渉することを防ぐため、それぞれの光源装置について、凹面鏡 1 の一部分を切り取った構成がすでに知られていた。しかしながらこの場合、凹面鏡 1 の切り取られた一部分の集光効率が劣ってしまうという問題がある。

この問題を回避するため、図 1 3 に示すように、一対の光源装置を、互いの反射面が対向するように配置し、ロッドインテグレータ 2 の入射側開口 2 a の直前に、複数個の光源装置 1 から出射された光束をロッドインテグレータ 2 の入射開口側開口 2 a へ導くような角度で設けられたミラー 2 0 0 を配置した構成もある。

この構成とした場合、凹面鏡 6 自体の物理的干渉は無いものの、凹面鏡 6 から出射された全ての光束をロッドインテグレータ 2 側へ反射するようにミラー 2 0 0 を配置させると、ミラー 2 0 0 の物理的干渉により、入射側開口 2 a へ反射されない光束が発生するため、実質上凹面鏡 6 の利用されない領域（図中点線にて示す）が発生する。この場合、楕円面鏡は干渉部分がないため、光軸に対して回転対称な楕円面鏡を配置することはできてもミラー干渉部分に入射した光が利用されないという結果となる。

次に、図 1 4 は、図 1 3 の光学系の光源装置として、図 1 2 のような従来構成の光源装置を用いた多灯式光学系の構成を示す図である。この場合、図 1 3 の凹面鏡と同様、第 1 の凹面鏡 6 には実質上利用されない領域（図中点線にて示す）が生じてしまい、この第 1 の凹面鏡 6 の実質上の利用されない領域に直接ランプから入射する光束に加えて、さらに第 2 の凹面鏡 7 で反射された後発光部近傍を通過して、その第 1 の凹面鏡 6 の実質上利用されない領域に入射する光束が発生するため、光利用効率がさらに低くなるという問題を有している。

さらに、図 1 3 の光学系の光源装置部として、図 1 5 のような従来の光源装置を用いた場合、直接楕円面鏡 8 で取り込むことができる光束まで、光損失が発生する球面鏡 9 で反射された後、発光部近傍を通過し楕円面鏡 8 で反射するため、光源装置から出射される光束が最大の効率で利用できていなかった。

本発明の実施の形態 2 の照明装置は、実施の形態 1 の光源装置を照明装置に用いることにより、上記のような問題を解決するものである。

図 8 に、本発明の実施の形態 2 による、本発明の実施の形態 1 の光源装置を用いた多灯式光学系の照明装置を示す。

照明装置において、各光源装置 1 0 0 は、それぞれの光軸 1 4 が同一平面内で一致するように配置されており、図中では同一線上となっている。

光源装置 1 0 0 は、楕円面鏡 1 2 の反射面の小さい方を、ミラー 2 0 0 の干渉を生ずる部分で利用されない部分に向け、その利用されない部分には球面鏡 1 3 が位置するように配置されている。なお、ミラー 2 0 0 は本発明の導光手段に相当する。

このような照明装置においては、球面鏡 1 3 に入射したランプ 1 1 からの放射光は、ランプ発光部 1 1 1 の付近を通過するように戻された後、ミラー 2 0 0 やロッドインテグレータ 1 0 1 で利用されることができる楕円面鏡 1 2 の反射面を介してミラー 2 0 0 側へ出射されるため、ロッドインテグレータ 1 0 1 後も損失を受けることがない光束となり、光源装置から出射される光束の光利用効率を向上させることができる。

つまり、光源装置 1 0 0 における、球面鏡 1 3 を発光中心（焦点位置 F 1 に相当）から望む角度が実質上最大となる、発光中心を含む特

定断面において、光軸 1 4 に対する楕円面鏡 1 2 の集光角度のうち最も小さい角度（図 6，7 に示す角度 β に対応する）を有する反射面が設けられる位置は、二つの光源装置 1 0 0 から出射される光束が、ロッドインテグレータ 1 0 1 に入射する手前で、近接する際に、一方の光源装置から出射された隣り合う光束に最も近い光束内の位置と、ほぼ一致するように配置される。これにより、ランプ発光部 1 1 1 から直接楕円面鏡 1 2 で集光できる有効な光束が最も多くなる。一方、楕円面鏡 1 2 で集光できないランプ発光部 1 1 1 からの光束も球面鏡 1 3 で集光できる。

なお、この構成においても、ランプ 1 1 としてメタルハライドランプや水銀灯等を用いている場合、発光物質およびランプ 1 1 を構成している材料による光吸収、光散乱等による損失は生じるが、球面鏡 1 3 で反射された光束の全部とはいかないが吸収・散乱されることなく発光体近傍を通過した光は楕円面鏡 1 2 に到達することとなる。さらに、光軸 1 4 に対して非回転対称かつ光軸 1 4 にまたがって形成された反射面を有する楕円面鏡 1 2 のため、光源装置としての集光効率は向上しているので、これまで利用できなかったランプ 1 1 からの放射光が利用されることで、照明装置としての光利用効率を向上させることができる。

また、ランプ発光部 1 1 1 から出射された光束のうち、より多くの光束を、最短経路となる楕円面鏡 1 2 による直接集光によって得ることができ、残りの光束も、球面鏡 1 3 を介して集光させるので、集光効率を極めて高めることができる。

また、実施の形態 1 と同様、球面鏡 1 3 の曲率半径 R を楕円面鏡 1 2 の焦点距離 L より短くすることで、光源装置 1 0 0 自体のサイズを

小さくでき、照明装置全体を小型化することが可能となる。

また、球面鏡 1 3 を小型化すると、楕円面鏡 1 2 の焦点距離も短くできるため、ロッドインテグレータ 1 0 1 の入射側開口端 1 0 1 a に対し、より小さな光スポットを形成できるため、ロッドインテグレータ 1 0 1 以降の集光効率も高めることができる。

このように、本実施の形態によれば、高い光利用効率と、小型化を共に実現できる照明装置が得られる。

なお、図 8 には、光源装置 1 0 0 を、楕円面鏡 1 2 の反射面の小さい方が、ミラー 2 0 0 の干渉を生ずる部分で利用されない部分に向け、その利用されない部分には球面鏡 1 3 が位置するように配置した例を示したが、図 1 7 に示すように、楕円面鏡 1 2 と球面鏡 1 3 との位置関係が逆転するように各光源装置 1 0 0 を配置するようにしてもよい。この場合、ミラー 2 0 0 の干渉を防ぐため、光源装置 1 0 0 とロッドインテグレータ 1 0 1 との距離をより大きく取る必要があるが、球面鏡 1 3 の保持や、調整治具等の部材の配置が容易になるという利点がある。

また、図 8 にはガラス柱またはミラーを張り合わせたロッドインテグレータ 1 0 1 を用いた照明装置を例に示したが、図 9 に示すように、複数のレンズを 2 次元的に配置したレンズアレイ 1 0 3 を用いた照明装置であっても良い。

さらに、図 1 0 に示すように、上記の照明装置に、フィールドレンズ 1 0 4、光変調素子 1 0 5、投写レンズ 1 0 6 を追加して設ければ、本実施の形態にかかる投写型表示装置を得ることができる。

なお、光変調素子 1 0 5 としては、反射型ライトバルブ、透過型ライトバルブ、光書き込み方式の光変調素子などを用いることができる。

さらに、図 8、図 9、図 10 では、照明光に変換する光学手段としてレンズを図示したが、レンズだけでなく、ミラーやプリズムを用いたものや、または複数のレンズを組み合わせた光学要素が含まれた光学系であっても良い。

さらに、図 5、8～10 では光変調素子として透過型ライトバルブを 1 つだけ備えた構成を例示しているが、複数の光変調素子を備えた構成であっても良い。さらに、図示していないが、色分解および色合成を行うことができるプリズムやフィルタ、ミラーなどを用いた構成であっても良い。

以上のように、本実施の形態 2 によれば、ランプと楕円面鏡と球面鏡を備えた光源装置を複数個用いた照明装置において、光軸に対して非回転対称な形状を有する楕円面鏡で集光できない光を集光することが可能な位置に球面鏡を配置することによって、高効率な照明装置を得ることができる。

さらに、このように、高効率な照明装置を備えることにより、同じ出力のランプを用いればより明るく、また、同じ明るさをより低出力なランプを用いて可能とするので消費電力を低く抑えることができる投写型表示装置を提供することができる。

（実施の形態 3）

図 18 に、本発明の実施の形態 3 の照明装置の構成を示す。図において、ロッドインテグレータ 101、リレーレンズ 102、光変調素子 105 は従来例および実施の形態 2 と同様である。すなわち、図 11 に示す従来例の照明装置において、光源装置を本実施の形態 1 の光源装置を用いた構成を有する。このとき、一対の光源装置 100 は、互いに球面鏡 13 同士が向かい合うように配置され、各光源装置 10

請 求 の 範 囲

1. (補正後) 光発生手段と、

前記光発生手段から放射される一部の光を集光する第1の凹面鏡と

、
前記光発生手段から放射される、前記第1の凹面鏡に集光されない他の一部の光を集光し、前記第1の凹面鏡へ反射する第2の凹面鏡とを備え、

前記第1の凹面鏡の反射面および前記第2の凹面鏡の反射面は、前記光発生手段の発光源と前記第1の凹面鏡により集光される光の焦点とを結んでなる基準軸に対して、それぞれ非回転対称な形状を有し、

前記第2の凹面鏡の反射面と前記発光源との距離は、前記発光源と前記第1の凹面鏡により集光される光の焦点との距離より短く、

前記第1の凹面鏡の反射面の一部は、前記基準軸の周囲に形成されており、

前記第2の凹面鏡は、前記光発生手段の光が前記第1の凹面鏡に反射されることにより形成される光束より実質上外側に配置されている、光源装置。

2. (補正後) 光発生手段と、

前記光発生手段から放射される一部の光を集光する第1の凹面鏡と

、
前記光発生手段から放射される、前記第1の凹面鏡に集光されない他の一部の光を集光し、前記第1の凹面鏡へ反射する第2の凹面鏡とを備え、

前記第1の凹面鏡の反射面および前記第2の凹面鏡の反射面は、前記光発生手段の発光源と前記第1の凹面鏡により集光される光の焦点

とを結んでなる基準軸に対して、それぞれ非回転対称な形状を有し、

前記第 2 の凹面鏡の反射面と前記発光源との距離は、前記発光源と前記第 1 の凹面鏡により集光される光の焦点との距離より短く、

前記第 1 の凹面鏡の反射面の一部は、前記基準軸の周囲に形成されており、

前記第 2 の凹面鏡は、前記光発生手段の光が前記第 1 の凹面鏡に反射されることにより形成される光束内に配置されている、光源装置。

3. (補正後) 前記第 1 の凹面鏡は、一個又は複数個の二次曲面を前記反射面として有する、請求の範囲第 1 項または第 2 項に記載の光源装置。

4. (補正後) 前記第 1 の凹面鏡の二次曲面は楕円曲面の一部であって、

前記楕円曲面の焦点のひとつが前記光発生手段の前記発光源に実質上一致し、もうひとつが、前記第 1 の凹面鏡により集光される光の焦点と一致している、請求の範囲第 3 項に記載の光源装置。

5. (補正後) 前記第 2 の凹面鏡は、一個又は複数個の二次曲面を前記反射面として有する、請求の範囲第 1 項または第 2 項に記載の光源装置。

6. (補正後) 前記第 2 の凹面鏡の二次曲面は球面の一部であって、

前記球面の中心が前記光発生手段の前記発光源に実質上一致している、請求の範囲第 5 項に記載の光源装置。

7. (補正後) 前記第 1 の凹面鏡の反射面は、前記第 2 の凹面鏡の反射面よりも前記発光源寄りに位置しており、

前記第 1 の凹面鏡の集光角度を前記基準軸を含む平面により二分し、大きいほうの角度を α 、小さい方の角度を β 、前記光発生手段から前記第 1 の凹面鏡および前記第 2 の凹面鏡に放射される光の最大角度を γ 、前記第 2 の凹面鏡の集光角度を θ とすると、

(数 1)

$$\alpha > \beta > 0$$

(数 2)

$$\alpha + \beta \geq 180^\circ$$

(数 3)

$$0 < \theta \leq \gamma - \beta$$

の関係を満たす、請求の範囲第 1 項に記載の光源装置。

8. (補正後) 前記第 2 の凹面鏡の反射面は、前記第 1 の凹面鏡の反射面よりも前記発光源寄りに位置しており、

前記第 1 の凹面鏡の集光角度を前記基準軸を含む平面により二分し、大きいほうの角度を α 、小さい方の角度を β 、前記光発生手段から前記第 1 の凹面鏡および前記第 2 の凹面鏡に放射される光の最大角度を γ 、前記第 2 の凹面鏡の集光角度を θ とすると、

(数 1)

$$\alpha > \beta > 0$$

(数 2)

$$\alpha + \beta \geq 180^\circ$$

(数 4)

$$0 < \theta \leq 180^\circ$$

の関係を満たす、請求の範囲第 2 項に記載の光源装置。

9. (補正後) 前記光発生手段は、

前記発光源を収納する管体を有するランプであって、

前記管体は、前記発光源からの放射光を透過する管球部と、前記管球部から突出した一对の端部とを有し、

前記一对の端部は、前記基準軸の周囲に設けられている、請求の範囲第 1 項または第 2 項に記載の光源装置。

10. 前記管球部は、前記第 1 の凹面鏡の反射面と対向する第 1 の対向面と、前記第 1 の凹面鏡の反射面および前記第 2 の凹面鏡の反射面と対向する第 2 の対向面とを有し、

前記第 1 の凹面鏡の反射面の前記一部は、少なくとも前記第 2 の対向面と対向するものである、請求の範囲第 9 項に記載の光源装置。

11. (補正後) 請求の範囲第 1 項または第 2 項に記載の光源装置と、

前記光源装置の前記第 1 の凹面鏡により集光される光の焦点と光学的に結合する位置に配置され、前記光源装置から出射される光を実質上平行光に変換するレンズ手段とを備えた、照明装置。

12. 前記レンズ手段はロッドインテグレータである、請求の範囲第 11 項に記載の照明装置。

13. 前記レンズ手段はレンズアレイである、請求の範囲第 11 項に記載の照明装置。

1 4 . 前記光源装置は複数であつて、それぞれの前記基準軸が同一平面内で一致するよう配置されており、